

日 本 国 特 許  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2002年11月 6日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2002-322230

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-322230 ]

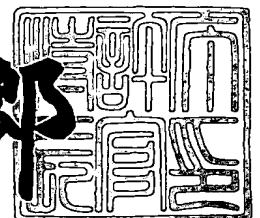
出 願 人  
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2002年11月29日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3094438

【書類名】 特許願

【整理番号】 541816JP01

【提出日】 平成14年11月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01P 5/12  
G01F 1/68

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 田口 元久

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 河合 正浩

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100057874

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道照

【選任した代理人】

【識別番号】 100110423

【弁理士】

【氏名又は名称】 曾我 道治

【選任した代理人】

【識別番号】 100084010

【弁理士】

【氏名又は名称】 古川 秀利

【選任した代理人】

【識別番号】 100094695

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 憲七

【選任した代理人】

【識別番号】 100111648

【弁理士】

【氏名又は名称】 梶並 順

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000181

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発熱構造体および熱式センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 絶縁性膜と、上記第 1 絶縁性膜上に配設された白金膜からなる発熱抵抗と、上記発熱抵抗上に形成された第 2 絶縁性膜とを備えた発熱構造体において、

上記第 1 および第 2 絶縁性膜との少なくとも一方の絶縁性膜が 2.25 未満の屈折率を有するシリコン窒化膜で構成されていることを特徴とする発熱構造体。

【請求項 2】 上記発熱抵抗は、600℃以上、750℃以下の温度で熱処理されていることを特徴とする請求項 1 記載の発熱構造体。

【請求項 3】 開口が穿設された平板状の基材と、支持膜が上記基材の第 1 の表面上に上記開口を塞口するように形成され、白金膜からなる発熱抵抗が上記開口上の上記支持膜の部位に形成され、さらに保護膜が上記発熱抵抗上に形成されて構成されたダイヤフラム構造の発熱構造体とを備えた熱式センサにおいて、

上記支持膜および上記保護膜の少なくとも一方の膜が 2.25 未満の屈折率を有するシリコン窒化膜で構成されていることを特徴とする熱式センサ。

【請求項 4】 開口が穿設された平板状の基材と、支持膜が上記基材の第 1 の表面上に上記開口を塞口するように形成され、白金膜からなる発熱抵抗が上記開口上の上記支持膜の部位に形成され、さらに保護膜が上記支持膜上に上記発熱抵抗を覆うように形成されて構成されたダイヤフラム構造の発熱構造体とを備えた熱式センサにおいて、

上記支持膜および上記保護膜がシリコン窒化膜で構成され、かつ、上記発熱構造体が 50MPa 以上、250MPa 以下の引張応力を有するように構成されていることを特徴とする熱式センサ。

【請求項 5】 開口が穿設された平板状の基材と、支持膜が上記基材の第 1 の表面上に上記開口を塞口するように形成され、白金膜からなる発熱抵抗が上記開口上の上記支持膜の部位に形成され、第 1 保護膜が上記発熱抵抗上に形成され、中間膜が上記支持膜上に上記第 1 保護膜を覆うように形成され、さらに第 2 保護膜が上記中間膜上に形成されて構成されたダイヤフラム構造の発熱構造体とを

備えた熱式センサにおいて、

上記支持膜、上記第 1 保護膜および上記第 2 保護膜がシリコン窒化膜で構成され、上記発熱構造体が 5 0 M P a 以上、2 5 0 M P a 以下の引張応力を有するように構成され、かつ、上記中間膜が上記支持膜の膜厚と上記第 2 保護膜の膜厚との総和の 1 / 1 0 以下の膜厚に形成されていることを特徴とする熱式センサ。

【請求項 6】 上記発熱抵抗は、6 0 0 ℃以上、7 5 0 ℃以下の温度で熱処理されていることを特徴とする請求項 3 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の熱式センサ。

【請求項 7】 上記シリコン窒化膜が化学量論組成である  $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜の組成比率より  $\text{Si}$  リッチな膜に形成されていることを特徴とする請求項 3 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の熱式センサ。

【請求項 8】 上記中間膜が  $\text{SiO}_2$  膜であることを特徴とする請求項 5 記載の熱式センサ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、流量、加速度、圧力等を検出する熱式センサおよびそれに用いられる発熱構造体に関し、特に熱式流量センサのように微少な抵抗変化が出力変動として増幅されて現れるアプリケーションに用いられる熱式センサおよびそれに用いられる発熱構造体に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

第 1 の従来の熱式流量センサの発熱構造体は、 $\text{Si}_3\text{N}_4$  または  $\text{SiO}_2$  からなる支持膜がシリコン基板の表面の全面に被覆形成され、白金からなる発熱抵抗が支持膜上に形成され、さらに  $\text{Si}_3\text{N}_4$  または  $\text{SiO}_2$  からなる保護膜が発熱抵抗を覆うように支持膜上に形成されている。そして、キャビティが発熱抵抗の配設領域の下部のシリコン基板をその裏面側から支持膜に至るように除去して形成されている。これにより、支持膜、発熱抵抗および保護膜からなるダイヤフラム構造の発熱構造体がキャビティ上部に形成されている。（例えば、特許文献 1

)

また、第2の熱式流量センサの発熱構造体は、ダイヤフラム部を構成する支持膜および保護膜をシリコン基板に対して軽度の引張応力が生じるように形成している。(例えば、特許文献2)

【0003】

【特許文献1】

特開平4-2967号公報(図1)

【特許文献2】

特開平11-194043号公報(図2、段落0012)

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

この第1の従来の発熱構造体においては、ダイヤフラム部を構成する支持膜および保護膜に圧縮応力となりやすい $\text{SiO}_2$ のような材料を用いると、発熱抵抗が発熱した際に、ダイヤフラム部が熱膨張して変形することになる。そして、ダイヤフラム部のサイズが大きくなるほど、ダイヤフラム部の変形が大きくなる。これにより、ダイヤフラム部からの放熱特性が変化し、計測にバラツキを生じる。

一方、第2の従来の発熱構造体においては、ダイヤフラム部を構成する支持膜および保護膜がシリコン基板に対して軽度の引張応力が生じるように形成されているので、発熱抵抗に発熱によるダイヤフラム部の変形を抑制することができる。しかしながら、軽度の引張応力の具体的な数値、ダイヤフラム部のサイズと引張応力との関係については何ら述べられていない。

【0005】

このような状況に鑑み、本出願人は、ダイヤフラム部を構成する支持膜および保護膜としてシリコン窒化膜を選択し、スパッタリング装置では、アルゴンや窒素の流量、および、真空室内のガス圧等を調整し、またプラズマCVD装置では、シラン、アンモニア等の材料ガスの流量比率を調整することにより、引張応力のシリコン窒化膜を安定して形成できることを見出し、本発明を発明するに至ったものである。そして、製造装置によっては、引張応力のシリコン窒化膜を得る

ためには、化学量論組成である  $\text{Si}_3\text{N}_4$  膜における  $\text{Si}$  と  $\text{N}$  との組成比率に対し、 $\text{Si}$  リッチな膜とする必要があることを見出した。

しかしながら、この  $\text{Si}$  リッチなシリコン窒化膜で形成された支持膜および保護膜により白金膜からなる発熱抵抗を挟み込んで構成される発熱構造体では、下記の如く、出力特性の信頼性が得られないという課題があった。

また、この発熱構造体を動作させる温度条件としては、水分の吸着による汚損を考慮すると、周囲の雰囲気温度よりも  $100^\circ\text{C}$  以上高い温度に発熱させるのが好ましいが、そのような温度条件下で、この  $\text{Si}$  リッチなシリコン窒化膜で形成された支持膜および保護膜により白金膜からなる発熱抵抗を挟み込んで構成される発熱構造体の発熱抵抗への通電加熱を連続して行った場合、連続通電加熱後の発熱抵抗の抵抗値が、連続通電加熱前の抵抗値に対して変動する現象がみられる。この連続通電加熱後の発熱抵抗の抵抗値の変動に起因して、出力特性変動が生じる。

また、発熱構造体を構成する支持膜および保護膜が軽度な引張応力を有していても、矩形のダイヤフラム部の短辺の長さが  $1\text{mm}$  以上の大きなサイズでは、引張応力が小さすぎると、発熱抵抗の発熱時にダイヤフラム部が熱膨張し、撓みを発生する。このダイヤフラム部の撓み、即ち変形はダイヤフラム部からの放熱特性を変化させ、出力のバラツキをもたらす。

#### 【0006】

この発明は、上記の課題を解消するためになされたもので、シリコン窒化膜の余剰  $\text{Si}$  を少なくして抵抗値上昇の要因となる発熱抵抗のシリサイド化を抑制し、またシリコン窒化膜の引張応力の大きさを規定して発熱抵抗の発熱時に発生するダイヤフラム部の変形を抑制し、出力特性の信頼性の高い発熱構造体およびそれを用いた熱式センサを提供するものである。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

この発明に係る発熱構造体は、第1絶縁性膜と、上記第1絶縁性膜上に配設された白金膜からなる発熱抵抗と、上記発熱抵抗上に形成された第2絶縁性膜とを備え、上記第1および第2絶縁性膜との少なくとも一方の絶縁性膜が2.25未

満の屈折率を有するシリコン窒化膜で構成されている。

【 0 0 0 8 】

この発明に係る熱式センサは、開口が穿設された平板状の基材と、支持膜が上記基材の第 1 の表面上に上記開口を塞口するように形成され、白金膜からなる発熱抵抗が上記開口上の上記支持膜の部位に形成され、さらに保護膜が上記発熱抵抗上に形成されて構成されたダイヤフラム部の発熱構造体とを備え、上記支持膜および上記保護膜の少なくとも一方の膜が 2. 2 5 未満の屈折率を有するシリコン窒化膜で構成されている。

【 0 0 0 9 】

また、この発明に係る熱式センサは、開口が穿設された平板状の基材と、支持膜が上記基材の第 1 の表面上に上記開口を塞口するように形成され、白金膜からなる発熱抵抗が上記開口上の上記支持膜の部位に形成され、さらに第 1 保護膜が上記支持膜上に上記発熱抵抗を覆うように形成されて構成されたダイヤフラム部の発熱構造体とを備え、上記支持膜および上記第 1 保護膜がシリコン窒化膜で構成され、かつ、上記発熱構造体が 5 0 M P a 以上、2 5 0 M P a 以下の引張応力を有するように構成されている。

【 0 0 1 0 】

また、この発明に係る熱式センサは、開口が穿設された平板状の基材と、支持膜が上記基材の第 1 の表面上に上記開口を塞口するように形成され、白金膜からなる発熱抵抗が上記開口上の上記支持膜の部位に形成され、第 1 保護膜が上記発熱抵抗上に形成され、中間膜が上記支持膜上に上記第 1 保護膜を覆うように形成され、さらに第 2 保護膜が上記中間膜上に形成されて構成されたダイヤフラム部の発熱構造体とを備え、上記支持膜、上記第 1 保護膜および上記第 2 保護膜がシリコン窒化膜で構成され、上記発熱構造体が 5 0 M P a 以上、2 5 0 M P a 以下の引張応力を有するように構成され、かつ、上記中間膜が上記支持膜の膜厚と上記第 2 保護膜の膜厚との総和の  $1 / 1 0$  以下の膜厚に形成されている。

【 0 0 1 1 】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態を図について説明する。



実施の形態 1.

図 1 はこの発明の実施の形態 1 に係る発熱構造体を示す断面図である。

なお、図 1 では、構成をわかりやすくするために、実際の寸法比で描かれていない。これは、以下の各図においても同様である。

【 0 0 1 2 】

図 1 において、発熱構造体 8 は、アルミナ膜からなる第 1 絶縁性膜としての下地膜 3 が平板状のシリコン基板からなる基材 1 の表面の全面に形成され、感熱抵抗材である白金膜を所定のパターンに形成された発熱抵抗 6 が下地膜 3 上に形成され、さらに窒化シリコン膜からなる第 2 絶縁性膜としての保護膜 5 が発熱抵抗 6 を覆うように下地膜 3 上に形成されて、構成されている。そして、保護膜 5 を構成するシリコン窒化膜が 2. 2 5 未満の屈折率となるように成膜されている。

【 0 0 1 3 】

つぎに、この発熱構造体 8 の製造方法について説明する。

まず、スパッタリング等の方法を用いて、基材 1 の表面の全面に例えば  $2\ \mu\text{m}$  の厚さにアルミナ膜を成膜して、基材 1 上に絶縁性の下地膜 3 を形成する。ついで、蒸着やスパッタリング等の方法を用いて、下地膜 3 の表面の全面に例えば  $0.5\ \mu\text{m}$  の厚さに白金膜を成膜する。そして、白金膜が成膜された基材 1 を真空中で  $600^{\circ}\text{C}\sim 750^{\circ}\text{C}$  の熱処理を施す。ついで、写真製版、ウェットエッチング（あるいはドライエッチング）等の方法を用いて、白金膜をパターンニングし、所定パターンの発熱抵抗 6 を形成する。さらに、スパッタ、プラズマ CVD 等の方法を用いて、発熱抵抗 6 を覆うように下地膜 3 の表面の全面に例えば  $2\ \mu\text{m}$  の厚さにシリコン窒化膜を成膜して、絶縁性の保護膜 5 を形成し、発熱構造体 8 が得られる。

【 0 0 1 4 】

つぎに、保護膜 5 の屈折率を変化させた発熱構造体 8 を作製し、 $130^{\circ}\text{C}$  の雰囲気温度の下、発熱構造体の発熱抵抗 6 の発熱温度が雰囲気温度より  $120^{\circ}\text{C}$  高い温度（ $250^{\circ}\text{C}$ ）を維持するように発熱抵抗 6 に 500 時間、連続通電し、連続通電の前後における発熱抵抗 6 の抵抗値変化率を測定した結果を図 5 に○で示す。

なお、図 5 中、縦軸は連続通電の前後における発熱抵抗の抵抗値変化率を示し、横軸は保護膜の屈折率である。また、抵抗値変化率は、通電前の抵抗値に対する（通電後の抵抗値－通電前の抵抗値）の割合である。また、保護膜 5 の屈折率は 830 nm の波長の光で測定した。そして、保護膜 5 であるシリコン窒化膜の Si と N との元素比率を変えて屈折率を変化させている。

## 【 0 0 1 5 】

図 5 から、保護膜 5 の屈折率が大きくなるにつれ抵抗値変化率が大きくなることがわかる。そして、保護膜 5 の屈折率が 2.25 未満では、抵抗変化率が 0.15 % 以下に安定しているが、屈折率が 2.25 を超えると抵抗値変化率が急激に増加して 0.2 % 以上となった。

これは、屈折率が 2.25 以上であると、シリコン窒化膜中の余剰 Si が多くなり過ぎ、過剰な余剰 Si が発熱抵抗 6 の発熱中に発熱抵抗 6 を構成する白金膜のシリサイド化を助長し、発熱抵抗 6 の抵抗値変動を大きくしてしまう。そして、屈折率が 2.25 未満であると、シリコン窒化膜中の Si 比率が適正化されており、余剰 Si が少なくなり、余剰 Si による発熱抵抗 6 を構成する白金膜のシリサイド化の助長作用が軽減され、発熱抵抗 6 の抵抗値変動が抑制されたもの、と考えられる。

## 【 0 0 1 6 】

そして、発熱抵抗 6 の抵抗値変化率が 0.2 % 以上となると、センシング感度が得られにくい条件下、増幅率を高めて出力するような場合、出力特性に影響を及ぼしてしまう。

しかしながら、この実施の形態 1 では、シリコン窒化膜で構成された保護膜 5 の屈折率を 2.25 未満とし、白金膜のシリサイド化に起因する発熱抵抗 6 の抵抗値変化率を小さくしているので、過酷な使用条件下でも、出力特性変動が小さく、安定した信頼性の高い発熱構造体 8 が得られる。

## 【 0 0 1 7 】

ここで、自動車の内燃機関の吸入空気流量を測定する場合、雰囲気温度 130℃ といった厳しい条件下で、発熱抵抗 6 の発熱温度が雰囲気温度より 100℃ 以上高い温度に維持されるように発熱抵抗 6 への通電が制御される。さらに、セン

シング感度が得られにくい条件下では、増幅率を高めて出力することになる。

従って、シリコン窒化膜で構成された保護膜 5 の屈折率を 2.25 未満とする発熱構造体 8 を自動車の内燃機関の吸入空気流量の測定に適用した場合、過酷な使用条件下、発熱抵抗 6 の抵抗値変化が少ないので、出力特性変動が小さく、吸入空気流量を安定して信頼性よく検出することができる。

#### 【0018】

また、この実施の形態 1 では、発熱抵抗 6（白金膜）に真空中で熱処理している。

そして、熱処理温度が 600℃ 未満であると、白金膜の抵抗温度係数 TCR（Temperature Coefficient of Resistance）が 2800 ppm/℃ より小さく、白金膜の抵抗変動に対する出力特性変動の割合が大きくなってしまう。また、熱処理温度が 750℃ を超えると、発熱抵抗 6 の発熱中におけるシリコン窒化膜中の余剰 Si による白金膜のシリサイド化が助長され、発熱抵抗 6 の抵抗値変化率がおおきくなってしまう。そこで、白金膜の熱処理温度を 600℃～750℃ とすることが望ましい。そして、白金膜を 600℃～750℃ で熱処理することにより、白金膜の抵抗温度係数 TCR を 2800 ppm/℃～3300 ppm/℃ に高めることができる。

そこで、この実施の形態 1 では、発熱抵抗 6（白金膜）に真空中で 600℃～750℃ の温度で熱処理しているので、白金膜のシリサイド化に起因する発熱抵抗 6 の抵抗値変化率を小さくでき、白金膜の抵抗温度係数 TCR が 2800 ppm/℃～3300 ppm/℃ に高まり、白金膜の抵抗変動に対する出力特性変動の割合を比較的低くすることができる。

#### 【0019】

なお、上記実施の形態 1 では、下地膜 3 にアルミナ膜を用いるものとしているが、下地膜に熱酸化膜（SiO<sub>2</sub>）や PSG 膜（Phosphorous Silicate Glass）等のシリコン酸化膜、シリコン窒化膜を用いてもよい。そして、下地膜にシリコン窒化膜を用いる場合には、シリコン窒化膜の屈折率を 2.25 未満にすることになる。

また、上記実施の形態 1 では、基材 1 としてシリコン基板を用いるものとして

説明しているが、基材 1 の材料は特に特定されるものではなく、例えばアルミナ基板やガラス基板を用いてもよい。そして、基材 1 がアルミナ基板で作製されている場合には、下地膜 3 を省略して、発熱抵抗 6 および保護膜 5 を基材 1 上に直接形成するようにしてもよい。

また、上記実施の形態 1 では、保護膜 5 が発熱抵抗 6 を覆うように下地膜 3 上に形成されているものとしているが、保護膜 5 が発熱抵抗 6 の上面のみを覆うように形成され、別の保護膜が保護膜 5 と発熱抵抗 6 とを覆うように形成されていてもよい。

#### 【 0 0 2 0 】

実施の形態 2.

図 2 はこの発明の実施の形態 2 に係る熱式センサの発熱構造体の構造を説明するための断面図、図 3 はこの発明の実施の形態 2 に係る熱式センサの発熱構造体周りを示す平面図である。なお、図 3 は保護膜 5 を除去した状態を示している。

#### 【 0 0 2 1 】

図 2 および図 3 において、熱式センサ 2 0 は、開口としてのキャビティ 2 が穿設された平板状の基材 1 と、基材 1 の表面（第 1 の面）上にキャビティ 2 を覆うように形成されたダイヤフラム部の発熱構造体 8 A とを備えている。

基材 1 は、平板状のシリコン基板であり、その表面の全面が熱酸化膜等の基材保護膜 9 で覆われている。そして、キャビティ 2 が基材 1 の裏面（第 2 の面）側から基材 1 および基材保護膜 9 の一部を除去して形成されている。

発熱構造体 8 A は、シリコン窒化膜からなる絶縁性の支持膜 4 が基材 1 の表面上にキャビティ 2 を塞口するように形成され、白金膜からなる発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 がキャビティ 2 上の支持膜 4 の部位に形成され、さらにシリコン窒化膜からなる絶縁性の保護膜 5 が支持膜 4 上に発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 を覆うように形成されて構成されている。そして、支持膜 4 および保護膜 5 を構成するシリコン窒化膜が 2. 2 5 未満の屈折率となるように成膜されている。

#### 【 0 0 2 2 】

つぎに、この熱式センサ 2 0 の製造方法について説明する。

まず、スパッタリング、プラズマ C V D 等の方法を用いて、基材 1 の基材保護

膜 9 の表面の全面に例えば  $2 \mu\text{m}$  の厚さにシリコン窒化膜を成膜して、基材 1 上に絶縁性の支持膜 4 を形成する。ついで、蒸着やスパッタリング等の方法を用いて、支持膜 4 の表面の全面に例えば  $0.2 \mu\text{m}$  の厚さに白金膜を成膜する。そして、白金膜が成膜された基材 1 を真空中で  $600^{\circ}\text{C} \sim 750^{\circ}\text{C}$  の熱処理を施す。ついで、写真製版、ウェットエッチング（あるいはドライエッチング）等の方法を用いて、白金膜をパターニングし、所定パターンの発熱抵抗 6、感熱抵抗 7 および電流路 10 を形成する。さらに、スパッタ、プラズマ CVD 等の方法を用いて、発熱抵抗 6、感熱抵抗 7 および電流路 10 を覆うように支持膜 4 の表面の全面に例えば  $3 \mu\text{m}$  の厚さにシリコン窒化膜を成膜して、絶縁性の保護膜 5 を形成する。

## 【 0 0 2 3 】

ついで、基材 1 の裏面の全面にレジストを塗布し、裏面保護膜（図示せず）を形成する。そして、写真製版等を用いて、裏面保護膜の一部を除去して、エッチングホール（図示せず）を形成する。その後、例えばアルカリエッチングを施して、基材 1 の裏面側から支持膜 4 に至るように基材 1 および基材保護膜 9 を除去し、キャビティ 2 を形成する。このキャビティ 2 は、発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 の形成領域の下部に対応して形成されている。これにより、発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 が支持膜 4 に支持されてキャビティ 2 上に形成され、さらに保護膜 5 が発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 を覆うように支持膜 4 上に形成されてダイヤフラム構造の発熱構造体 8 A が構築される。

ここでは、 $\text{KOH}$ 、 $\text{TMAH}$  (Tetra Methyl Ammonium Hydroxide)、 $\text{NaOH}$  等がエッチャントとして使用される。

## 【 0 0 2 4 】

この実施の形態 2 の熱式センサ 20 は、キャビティ 2 の基材 1 の表面側を塞口するように基材 1 の表面上に形成されたダイヤフラム部の発熱構造体 8 A を備えている。このダイヤフラム部の発熱構造体 8 A は、 $1.5 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$  の矩形形状を有し、発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 が発熱構造体 8 A の中央部に  $0.8 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$  の大きさに形成されている。そして、熱式センサ 20 は、感熱抵抗 7 が発熱抵抗 6 の温度を検出する測温抵抗素子として機能する。

## 【 0 0 2 5 】

つぎに、支持膜 4 の屈折率を 2. 0 に固定し、保護膜 5 の屈折率を変化させた発熱構造体 8 A を有する熱式センサ 2 0 を作製し、1 3 0℃の雰囲気温度の下、発熱構造体 8 A の発熱抵抗 6 の発熱温度が雰囲気温度より 1 2 0℃高い温度（2 5 0℃）を維持するように発熱抵抗 6 に 2 0 0 時間、連続通電し、連続通電の前後における発熱抵抗 6 の抵抗値変化率を測定した結果を図 5 に△で示す。

なお、支持膜 4 および保護膜 5 の屈折率は 8 3 0 n m の波長の光で測定した。そして、保護膜 5 であるシリコン窒化膜の S i と N との元素比率を変えて屈折率を変化させている。

## 【 0 0 2 6 】

図 5 から、保護膜 5 の屈折率が大きくなるにつれ抵抗値変化率が大きくなることがわかる。そして、保護膜 5 の屈折率が 2. 2 5 未満では、抵抗変化率が 0. 1 5 % 以下に安定しているが、屈折率が 2. 2 5 を超えると抵抗値変化率が急激に増加して 0. 2 % 以上となった。

従って、この実施の形態 2 においても、シリコン窒化膜で構成された支持膜 4 および保護膜 5 の屈折率を 2. 2 5 未満とすることにより、発熱抵抗 6 の発熱時の白金膜のシリサイド化に起因する発熱抵抗 6 の抵抗値変化率を小さくでき、自動車の内燃機関の吸入空気流量の測定のような過酷な使用条件下でも、出力特性変動が小さく、安定した信頼性の高い熱式センサ 2 0 が得られる。

なお、保護膜 5 の屈折率を 2. 2 5 以上とした熱式センサを自動車の内燃機関の吸入空気流量の測定に適用したところ、感度を得られにくい低流量域で、流量換算出力± 3 % 以内というドリフト規格から外れる結果が得られた。

## 【 0 0 2 7 】

また、この実施の形態 2 においても、発熱抵抗 6（白金膜）に真空中で 6 0 0℃～7 5 0℃の温度で熱処理を施しているので、白金膜のシリサイド化に起因する発熱抵抗 6 の抵抗値変化率を小さくでき、かつ、白金膜の抵抗変動に対する出力特性変動の割合を比較的低くすることができる。

## 【 0 0 2 8 】

また、この実施の形態 2 では、支持膜 4 および保護膜 5 が化学量論組成である

S i 3 N 4 膜の組成比率より S i リッチなシリコン窒化膜で形成されているので、基材 1 に対して引張応力を有する支持膜 4 および保護膜 5 を容易に形成することができ、発熱抵抗 6 の発熱時の熱膨張による発熱構造体 8 A のダイヤフラム部の変形に伴う出力のバラツキを抑えることができる。

## 【 0 0 2 9 】

ここで、上記実施の形態 2 では、シリコン窒化膜をスパッタリングやプラズマ CVD の方法で成膜するものとしているが、スパッタリングの成膜方法は、Ar と N<sub>2</sub> との流量、真空室内のガス圧等を制御することで S i と N との組成比率を調整することができる。従って、スパッタリングの成膜方法は、プラズマ CVD の成膜方法に比べて制御パラメータが少なく、さらにシランガス等の危険なガスを用いることがなく、シリコン窒化膜の成膜に有効である。

## 【 0 0 3 0 】

なお、上記実施の形態 2 では、発熱抵抗 6 と感熱抵抗 7 とが発熱構造体 8 A 内に形成されているものとしているが、発熱抵抗 6 のみが発熱構造体 8 A 内に形成されていてもよい。また、発熱抵抗 6 と感熱抵抗 7 とが発熱構造体 8 A 内にそれぞれ複数形成されていてもよい。

また、上記実施の形態 2 では、支持膜 4 にシリコン窒化膜を用いるものとしているが、支持膜にシリコン酸化膜（熱酸化膜、P S G 膜）を用いても、同様の効果が得られる。この場合、シリコン酸化膜はシリコン窒化膜に比べて白金膜のシリサイド化への関与が極めて少ないので、シリコン窒化膜からなる保護膜 5 の屈折率のみを 2. 2 5 未満に調整することになる。

## 【 0 0 3 1 】

実施の形態 3.

この実施の形態 2 では、支持膜 4 および保護膜 5 の屈折率を 2. 2 5 未満とするようにシリコン窒化膜を成膜するものとしているが、この実施の形態 3 では、支持膜 4 および保護膜 5 が基材 1 に対して 5 0 M P a 以上、2 5 0 M P a 以下の引張応力を有するようにシリコン窒化膜を成膜するものとしている。

なお、他の構成は上記実施の形態 2 と同様に構成されている。

## 【 0 0 3 2 】

この実施の形態 3 では、発熱構造体は、上記実施の形態 2 と同様に、発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 を支持膜 4 と保護膜 5 とで挟み込んでダイヤフラム部を採っている。このダイヤフラム部においては、発熱抵抗 6 の発熱によりダイヤフラム部が熱膨張して変形することとなる。そして、このダイヤフラム部の変形は、ダイヤフラム部からの放熱性を変動させ、出力のバラツキを引き起こすことになる。そこで、出力特性の信頼性の観点から、ダイヤフラム部の変形を抑えることが重要となる。

## 【 0 0 3 3 】

ここで、このダイヤフラム部におけるダイヤフラム部の基材 1 に対する応力と発熱抵抗 6 の発熱によるダイヤフラム部の変形との関係について検討する。

まず、ダイヤフラム部を構成する支持膜 4 および保護膜 5 が基材 1 に対して圧縮応力を有していると、発熱抵抗 6 の発熱によりダイヤフラム部が熱膨張して大きく変形してしまう。

そして、支持膜 4 および保護膜 5 が基材 1 に対して引張応力を有していると、発熱抵抗 6 の発熱に起因するダイヤフラム部の変形が低減される。

しかし、短辺が 1 mm を超える矩形のダイヤフラム部の場合、ダイヤフラム部を構成する支持膜 4 および保護膜 5 の引張応力が 5 0 M P a 未満であると、発熱抵抗 6 の発熱に起因するダイヤフラム部の変形が十分に低減できない。

従って、出力特性の信頼性を高めるには、ダイヤフラム部を構成する支持膜 4 および保護膜 5 の引張応力を 5 0 M P a 以上にすることが望ましい。

## 【 0 0 3 4 】

また、ダイヤフラム部を構成する支持膜 4 および保護膜 5 の引張応力が 2 5 0 M P a を超えると、熱式センサ 2 0 の製造時、著しく大きな反りが基材 1 に発生し、熱式センサ 2 0 の搬送時にチャッキングエラーや基材 1 の割れを発生させることになる。

そこで、製造時の基材 1 の反りを抑制するためには、ダイヤフラム部を構成する支持膜 4 および保護膜 5 の引張応力を 2 5 0 M P a 以下にすることが望ましい。

## 【 0 0 3 5 】



この実施の形態 3 によれば、スパッタリングやプラズマ CVD の成膜方法を用い、支持膜 4 および保護膜 5 を構成するシリコン窒化膜の成膜条件を制御して、基材 1 に対して 50 MPa 以上、250 MPa 以下の引張応力を有するように形成しているので、発熱抵抗 6 の発熱による発熱構造体のダイヤフラム部の変形に起因する出力のバラツキが低減され、検出特性の信頼性が向上されるとともに、熱式センサの製造時に基材 1 に発生する反りが低減され、熱式センサの搬送時のチャッキングエラーや基材 1 の割れの発生を抑えることができる。

## 【 0 0 3 6 】

そこで、この熱式センサを自動車の内燃機関の吸入空気流量の測定に適用しても、出力特性変動が小さく、吸入空気流量を安定して信頼性よく測定できる。

また、このように構成された熱式センサは、支持膜 4 および保護膜 5 が 50 MPa 以上、250 MPa 以下の引張応力を有しているため、外力による大きな変形に対しても復元力を有し、機械的な強度に優れている。そこで、この熱式センサを自動車の内燃機関の吸入空気流量の測定に適用しても、ダストの衝突による割れの問題を回避できる。

## 【 0 0 3 7 】

なお、この実施の形態 3 において、支持膜 4 および保護膜 5 が基材 1 に対して 50 MPa 以上、250 MPa 以下の引張応力を有し、かつ、2.25 未満の屈折率を有するようにシリコン窒化膜を成膜してもよい。この場合、発熱抵抗 6 の発熱による熱膨張に起因する発熱構造体のダイヤフラム部の変形を小さくでき、かつ、発熱抵抗 6 の発熱時に白金膜のシリサイド化に起因する発熱抵抗 6 の抵抗値変化率を小さくできる。

## 【 0 0 3 8 】

実施の形態 4.

図 4 はこの発明の実施の形態 4 に係る熱式センサの発熱構造体の構造を説明するための断面図である。

## 【 0 0 3 9 】

図 4 において、熱式センサ 20A は、開口としてのキャビティ 2 が穿設された平板状の基材 1 と、基材 1 の表面（第 1 の面）上にキャビティ 2 を覆うように形

成されたダイヤフラム部の発熱構造体 8 B とを備えている。

基材 1 は、平板状のシリコン基板であり、その表面の全面が熱酸化膜等の基材保護膜 9 で覆われている。そして、キャビティ 2 が基材 1 の裏面（第 2 の面）側から基材 1 および基材保護膜 9 の一部を除去して形成されている。

発熱構造体 8 B は、シリコン窒化膜からなる絶縁性の支持膜 4 が基材 1 の表面上にキャビティ 2 を塞口するように形成され、白金膜からなる発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 がキャビティ 2 上の支持膜 4 の部位に形成され、シリコン窒化膜からなる第 1 保護膜 5 a が発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 と同一のパターンに形成されて発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 上に形成され、SOG 膜 1 1 が第 1 保護膜 5 a、発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 を覆うように支持膜 4 上に被覆され、さらに窒化シリコン膜からなる絶縁性の第 2 保護膜 5 b が SOG 膜 1 1 上に形成されて構成されている。そして、支持膜 4 および第 1 保護膜 5 a を構成するシリコン窒化膜が 2. 2 5 未満の屈折率となるように成膜されている。

【 0 0 4 0 】

つぎに、この熱式センサ 2 0 A の製造方法について説明する。

まず、スパッタリング、プラズマ CVD 等の方法を用いて、基材 1 の基材保護膜 9 の表面の全面に例えば 2  $\mu$  m の厚さにシリコン窒化膜を成膜して、基材 1 上に絶縁性の支持膜 4 を形成する。ついで、蒸着やスパッタリング等の方法を用いて、支持膜 4 の表面の全面に例えば 0. 2  $\mu$  m の厚さに白金膜を成膜する。さらに、スパッタ、プラズマ CVD 等の方法を用いて、白金膜の全面に例えば 0. 2  $\mu$  m の厚さにシリコン窒化膜を成膜する。そして、白金膜およびシリコン窒化膜が成膜された基材 1 に真空中で 6 0 0  $^{\circ}$  C  $\sim$  7 5 0  $^{\circ}$  C の熱処理を施す。ついで、写真製版、ウエットエッチング（あるいはドライエッチング）等の方法を用いて、白金膜およびシリコン窒化膜をパターンニングし、所定パターンの発熱抵抗 6、感熱抵抗 7 および電流路（図示せず）を形成する。これにより、0. 2  $\mu$  m の厚のシリコン窒化膜からなる第 1 保護膜 5 a が発熱抵抗 6、感熱抵抗 7 および電流路上のみに形成される。

ついで、SOG (Spin On Glass) 膜（塗布シリコン酸化膜）が、第 1 保護膜 5 a が被覆された発熱抵抗 6、感熱抵抗 7 および電流路を覆うように支持膜 4 の

表面の全面に例えば  $0.2\ \mu\text{m}$  の厚さに形成され、中間膜 11 を得る。さらに、スパッタ、プラズマ CVD 等の方法を用いて、中間膜 11 の全面に例えば  $3\ \mu\text{m}$  の厚さにシリコン窒化膜を成膜して、第 2 保護膜 5 b を形成する。

## 【 0 0 4 1 】

ついで、基材 1 の裏面の全面にレジストを塗布し、裏面保護膜（図示せず）を形成する。そして、写真製版等を用いて、裏面保護膜の一部を除去して、エッチングホール（図示せず）を形成する。その後、例えばアルカリエッチングを施して、基材 1 の裏面側から支持膜 4 に至るように基材 1 および基材保護膜 9 の一部を除去し、キャビティ 2 を形成する。このキャビティ 2 は発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 の形成領域の下部に対応して形成されている。これにより、発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 が支持膜 4 に支持されてキャビティ 2 上に形成され、第 1 保護膜 5 a が発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 上に被覆され、中間膜 11 が第 1 保護膜 5 a が被覆された発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 を覆うように支持膜 4 上に形成され、さらに第 2 保護膜 5 b が中間層 11 の全面に被覆されて構成されたダイヤフラム構造の発熱構造体 8 B が構築される。

ここでは、KOH、TMAH (Tetra Methyl Ammonium Hydroxide)、NaOH 等がエッチャントとして使用される。

## 【 0 0 4 2 】

この実施の形態 4 の熱式センサ 20 A は、キャビティ 2 の基材 1 の表面側を塞口するように基材 1 の表面上に形成されたダイヤフラム部の発熱構造体 8 B を備えている。このダイヤフラム部の発熱構造体 8 B は、 $1.5\text{ mm} \times 4\text{ mm}$  の矩形形状を有し、発熱抵抗 6 および感熱抵抗 7 が発熱構造体 8 B の中央部に  $0.8\text{ mm} \times 2\text{ mm}$  の大きさに形成されている。そして、熱式センサ 20 A は、感熱抵抗 7 が発熱抵抗 6 の温度を検出する測温抵抗素子として機能する。

## 【 0 0 4 3 】

つぎに、支持膜 4 の屈折率を 2.0 に固定し、第 1 保護膜 5 a の屈折率を変化させた発熱構造体 8 B を有する熱式センサを作製し、 $130^\circ\text{C}$  の雰囲気温度の下、発熱構造体 8 の発熱抵抗 6 の発熱温度が雰囲気温度より  $120^\circ\text{C}$  高い温度（ $250^\circ\text{C}$ ）を維持するように発熱抵抗 6 に 200 時間、連続通電し、連続通電の前

後における発熱抵抗 6 の抵抗値変化率を測定した結果を図 5 に口で示す。

なお、支持膜 4 および第 1 保護膜 5 a の屈折率は 830 nm の波長の光で測定した。そして、第 1 保護膜 5 a であるシリコン窒化膜の Si と N との元素比率を変えて屈折率を変化させている。

#### 【 0 0 4 4 】

図 5 から、第 1 保護膜 5 a の屈折率が大きくなるにつれ抵抗値変化率が大きくなることがわかる。そして、第 1 保護膜 5 a の屈折率が 2.25 未満では、抵抗変化率が 0.15 % 以下に安定しているが、屈折率が 2.25 を超えると抵抗値変化率が急激に増加して 0.2 % 以上となった。

従って、この実施の形態 4 においても、シリコン窒化膜で構成された支持膜 4 および第 1 保護膜 5 a の屈折率を 2.25 未満とすることにより、発熱抵抗 6 の抵抗値変化率を小さくでき、自動車の内燃機関の吸入空気流量の測定のような過酷な使用条件下でも、出力特性変動が小さく、安定した信頼性の高い熱式センサ 20 A が得られる。

なお、第 1 保護膜 5 a の屈折率を 2.25 以上とした熱式センサを自動車の内燃機関の吸入空気流量の測定に適用したところ、感度を得られにくい低流量域で、流量換算出力 ± 3 % 以内というドリフト規格から外れる結果が得られた。

#### 【 0 0 4 5 】

また、この実施の形態 4 においても、支持膜 4、第 1 保護膜 5 a および第 2 保護膜 5 b が化学量論組成である Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 膜の組成比率より Si リッチなシリコン窒化膜で形成されているので、基材 1 に対して引張応力を有する支持膜 4、第 1 保護膜 5 a および第 2 保護膜 5 b を容易に形成することができ、発熱抵抗 6 の発熱による発熱構造体 8 B のダイヤフラム部の変形に伴う出力のバラツキを抑えることができる。

#### 【 0 0 4 6 】

また、この実施の形態 4 の熱式センサ 20 A では、SOG 膜の中間膜 11 が形成されている。この SOG 膜は、Si と O とを主成分とし、極めて高い流動性を有している。そこで、この SOG 膜からなる中間膜 11 を形成することにより、発熱抵抗 6、感熱抵抗 7 および第 1 保護膜 5 a と支持膜 4 との間に形成される急

峻な段差が平滑化される。その結果、発熱抵抗 6、感熱抵抗 7 および第 1 保護膜 5 a と支持膜 4 との段差部における第 2 保護膜 5 b の被覆性が格段に向上し、外力により発熱構造体 8 B が変形しても、第 2 保護膜 5 b が該段差部で亀裂を発生することも防止される。即ち、外力による変形に対する耐性が強化される。さらに、この熱式センサを自動車の内燃機関の吸入空気流量の測定に適用した場合、雰囲気中の水分や燃料などの侵入が防止され、腐食やクラックの発生が抑制され、信頼性が向上される。

## 【 0 0 4 7 】

また、この実施の形態 4 においても、発熱抵抗 6（白金膜）に真空中で 6 0 0℃～7 5 0℃の温度で熱処理を施しているのので、発熱抵抗 6 の発熱中におけるシリコン窒化膜中の余剰 S i による白金膜のシリサイド化が低減され、発熱抵抗 6 の抵抗値変化率を小さくできる。また、この白金膜の熱処理により、白金膜の抵抗温度係数を 2 8 0 0 p p m /℃～3 3 0 0 p p m /℃に高めることができるので、白金膜の抵抗変動に対する出力特性変動の割合を比較的低くすることができる。

## 【 0 0 4 8 】

なお、上記実施の形態 4 では、発熱抵抗 6 と感熱抵抗 7 とが発熱構造体 8 B 内に形成されているものとしているが、発熱抵抗 6 のみが発熱構造体 8 B 内に形成されていてもよい。また、発熱抵抗 6 と感熱抵抗 7 とが発熱構造体 8 B 内にそれぞれ複数形成されていてもよい。

また、上記実施の形態 4 では、支持膜 4 にシリコン窒化膜を用いるものとしているが、支持膜にシリコン酸化膜（熱酸化膜、P S G 膜）を用いても、同様の効果が得られる。この場合、シリコン酸化膜はシリコン窒化膜に比べて白金膜のシリサイド化への関与が極めて少ないので、発熱抵抗 6 に接しているシリコン窒化膜からなる第 1 保護膜 5 a の屈折率を 2. 2 5 未満に調整することになる。

## 【 0 0 4 9 】

実施の形態 5.

この実施の形態 4 では、支持膜 4 および第 1 保護膜 5 a の屈折率を 2. 2 5 未満とするようにシリコン窒化膜を成膜するものとしているが、この実施の形態 5

では、支持膜 4 および第 2 保護膜 5 b が基材 1 に対して 5 0 M P a 以上、2 5 0 M P a 以下の引張応力を有するようにシリコン窒化膜を成膜するものとしている。

なお、他の構成は上記実施の形態 4 と同様に構成されている。

#### 【 0 0 5 0 】

従って、この実施の形態 5 によれば、発熱構造体は、支持膜 4 および第 2 保護膜 5 b を構成するシリコン窒化膜の成膜条件を制御して、基材 1 に対して 5 0 M P a 以上、2 5 0 M P a 以下の引張応力を有するように形成されているので、上記実施の形態 3 と同様に、発熱抵抗 6 の発熱による発熱構造体のダイヤフラム部の変形が抑制され、発熱構造体のダイヤフラム部の変形に起因する出力のバラツキが低減され、検出特性の信頼性が向上される。また、この熱式センサは、外力による大きな変形に対しても復元力を有し、機械的な強度に優れているので、自動車の内燃機関の吸入空気流量の測定に適用しても、ダストの衝突による割れの問題を回避できる。

また、S O G 膜自体の応力が極めて小さいので、中間膜 1 1 の膜厚を支持膜 4 の膜厚と第 2 保護膜 5 b の膜厚との総和の  $1/10$  以下にしておけば、支持膜 4 および第 2 保護膜 5 b のシリコン窒化膜による引張応力の調整に寄与せず、有効である。

#### 【 0 0 5 1 】

なお、この実施の形態 5 において、支持膜 4 および第 2 保護膜 5 b が基材 1 に対して 5 0 M P a 以上、2 5 0 M P a 以下の引張応力を有し、かつ、支持膜 4 および第 1 保護膜 5 a が 2. 2 5 未満の屈折率を有するようにシリコン窒化膜を成膜してもよい。この場合、発熱抵抗 6 の発熱による熱膨張に起因する発熱構造体のダイヤフラム部の変形を小さくでき、かつ、発熱抵抗 6 の発熱時に白金膜のシリサイド化に起因する発熱抵抗 6 の抵抗値変化率を小さくできる。

#### 【 0 0 5 2 】

また、上記実施の形態 2 乃至 5 では、基材 1 としてシリコン基板を用いるものとして説明しているが、基材 1 の材料は特に特定されるものではなく、例えばアルミナ基板やガラス基板を用いてもよい。

## 【 0 0 5 3 】

## 【発明の効果】

この発明は、以上説明したように、第1絶縁性膜と、上記第1絶縁性膜上に配設された白金膜からなる発熱抵抗と、上記発熱抵抗上に形成された第2絶縁性膜とを備え、上記第1および第2絶縁性膜との少なくとも一方の絶縁性膜が2.25未満の屈折率を有するシリコン窒化膜で構成されているので、発熱抵抗の発熱に起因する白金膜のシリサイド化が抑制され、出力特性の信頼性の高い発熱構造体を得られる。

## 【 0 0 5 4 】

また、開口が穿設された平板状の基材と、支持膜が上記基材の第1の表面上に上記開口を塞口するように形成され、白金膜からなる発熱抵抗が上記開口上の上記支持膜の部位に形成され、さらに保護膜が上記発熱抵抗上に形成されて構成されたダイヤフラム部の発熱構造体とを備え、上記支持膜および上記保護膜の少なくとも一方の膜が2.25未満の屈折率を有するシリコン窒化膜で構成されているので、発熱抵抗の発熱に起因する白金膜のシリサイド化が抑制され、出力特性の信頼性の高い熱式センサが得られる。

## 【 0 0 5 5 】

また、開口が穿設された平板状の基材と、支持膜が上記基材の第1の表面上に上記開口を塞口するように形成され、白金膜からなる発熱抵抗が上記開口上の上記支持膜の部位に形成され、さらに第1保護膜が上記支持膜上に上記発熱抵抗を覆うように形成されて構成されたダイヤフラム部の発熱構造体とを備え、上記支持膜および上記第1保護膜がシリコン窒化膜で構成され、かつ、上記発熱構造体が50MPa以上、250MPa以下の引張応力を有するように構成されているので、発熱抵抗の発熱に起因する発熱構造体のダイヤフラム部の変形が抑制され、出力特性の信頼性の高い熱式センサが得られる。

## 【 0 0 5 6 】

また、開口が穿設された平板状の基材と、支持膜が上記基材の第1の表面上に上記開口を塞口するように形成され、白金膜からなる発熱抵抗が上記開口上の上記支持膜の部位に形成され、第1保護膜が上記発熱抵抗上に形成され、中間膜が

上記支持膜上に上記第 1 保護膜を覆うように形成され、さらに第 2 保護膜が上記中間膜上に形成されて構成されたダイヤフラム部の発熱構造体とを備え、上記支持膜、上記第 1 保護膜および上記第 2 保護膜がシリコン窒化膜で構成され、上記発熱構造体が 5 0 M P a 以上、2 5 0 M P a 以下の引張応力を有するように構成され、かつ、上記中間膜が上記支持膜の膜厚と上記第 2 保護膜の膜厚との総和の  $1/10$  以下の膜厚に形成されているので、発熱抵抗の発熱に起因する発熱構造体のダイヤフラム部の変形が抑制され、かつ、外力による変形に対する耐性が強化され、出力特性の信頼性の高い、耐久性に優れた熱式センサが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 に係る発熱構造体を示す断面図である。

【図 2】 この発明の実施の形態 2 に係る熱式センサの発熱構造体の構造を説明するための断面図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 2 に係る熱式センサの発熱構造体周りを示す平面図である。

【図 4】 この発明の実施の形態 4 に係る熱式センサの発熱構造体の構造を説明するための断面図である。

【図 5】 この発明における抵抗値変化率と窒化シリコン膜の屈折率との関係を示す図である。

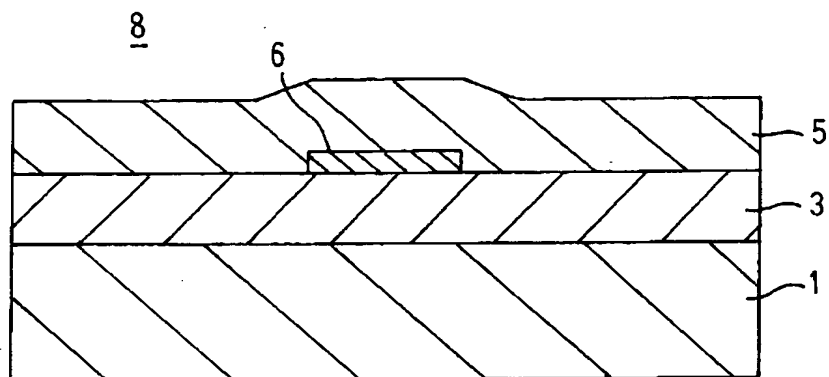
【符号の説明】

1 基材、2 キャビティ（開口）、3 下地膜、4 支持膜、5 保護膜、5 a 第 1 保護膜、5 b 第 2 保護膜、6 発熱抵抗、8、8 A、8 B 発熱構造体、1 1 中間膜、2 0、2 0 A 熱式センサ。



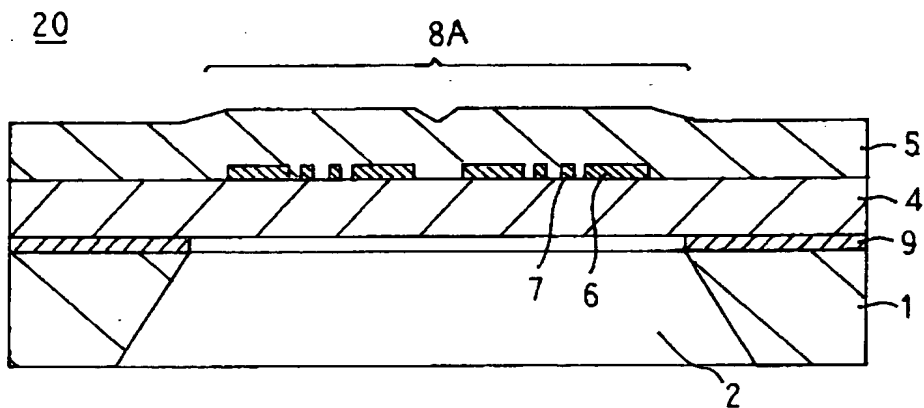
【書類名】 図面

【図 1】



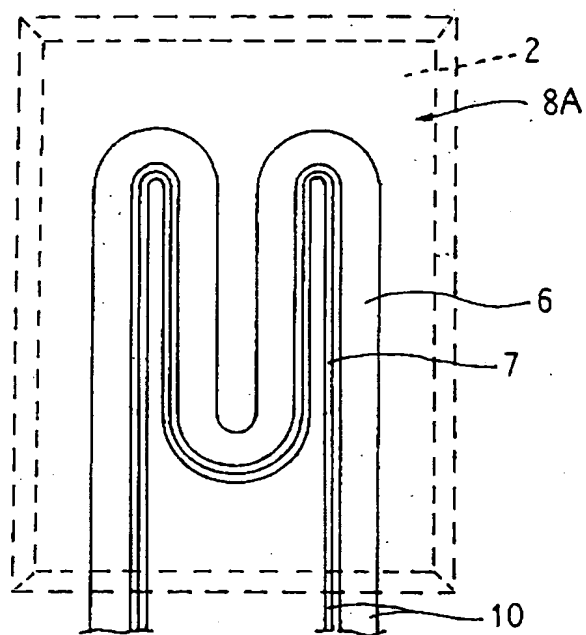
- |                    |           |
|--------------------|-----------|
| 1 : 基材             | 6 : 発熱抵抗  |
| 3 : 下地膜 (第 1 絶縁性膜) | 8 : 発熱構造体 |
| 5 : 保護膜 (第 2 絶縁性膜) |           |

【図 2】

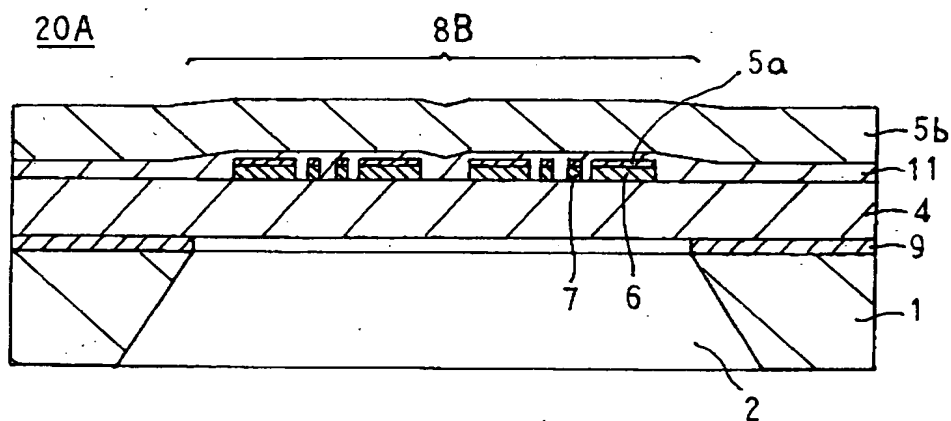


- |                |             |
|----------------|-------------|
| 2 : キャビティ (開口) | 8 A : 発熱構造体 |
| 4 : 支持膜        | 2 0 : 熱式センサ |
| 5 : 保護膜        |             |

【図 3】

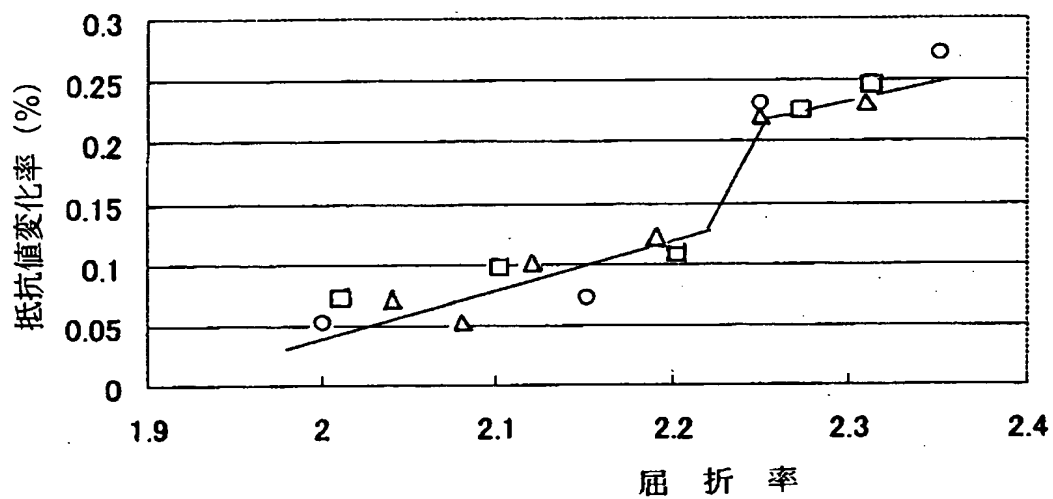


【図 4】



5 a : 第 1 保護膜      8 B : 発熱構造体      2 0 A : 熱式センサ  
5 b : 第 2 保護膜      1 1 : 中間膜

【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 この発明は、出力特性の信頼性の高い熱式センサおよび発熱構造体を得る。

【解決手段】 開口が穿設された平板状の基材と、支持膜 4 が基材 1 の表面上の全面に形成され、所定のパターンの白金膜からなる発熱抵抗 6 が支持膜 4 上に形成され、保護膜 5 が発熱抵抗 6 を覆うように支持膜 4 の全面に形成されている。そして、基材 1 の裏面側から支持膜 4 に至るように基材 1 を除去して、キャビティ 2 が発熱抵抗 6 の形成領域の下部に形成され、ダイヤフラム部の発熱構造体 8 A が構築されている。そして、支持膜 4 および保護膜 5 が 2. 2 5 未満の屈折率を有するシリコン窒化膜で構成されている。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社